



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 51 455 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 16 D 48/06**  
B 60 K 23/02

⑦1 Aktenzeichen: 197 51 455.3  
⑦2 Anmeldetag: 20. 11. 97  
④3 Offenlegungstag: 27. 5. 99

DE 197 51 455 A 1

⑦1 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦2 Erfinder:  
Bothe, Edgar, 31224 Peine, DE; Hinrichsen, Uwe,  
Dr., 38124 Braunschweig, DE; Hommes, Georg,  
85049 Ingolstadt, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

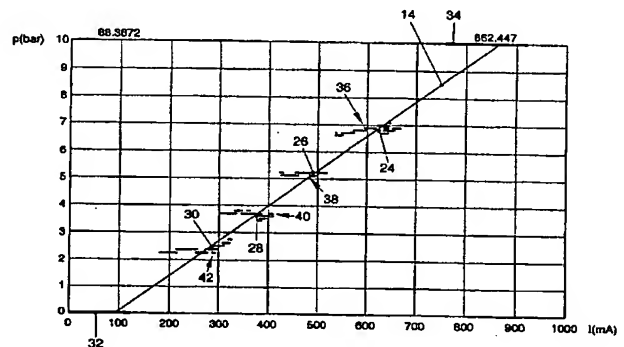
DE	34 43 064 C2
DE	195 04 847 A1
US	49 69 545

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zum Regeln einer automatisierten Kupplung

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer automatisierten Kupplung, insbesondere einer elektronisch gesteuerten Kupplung, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei aus einer vorbestimmten Kennfunktion zwischen einer Ansteuergröße einer Kupplungssteuerung und einem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert sowie gegebenenfalls weiteren Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, eine zu einer Soll-Kupplungskapazität gehörende Ansteuergröße als Vorsteuerwert bestimmt, die Kupplungssteuerung mit dieser Ansteuergröße vorgesteuert wird und ein Regler die Ansteuergröße entsprechend einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Kupplungskapazität derart einregelt, daß sich die vorbestimmte Soll-Kupplungskapazität einstellt. Dabei werden folgende Schritte ausgeführt:

- Bestimmen eines Betriebspunktes von Ansteuergröße und dem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert sowie gegebenenfalls weiteren Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, nach jedem Einschwingen des Reglers,
- Verändern eines vorbestimmten Punktes der Kennfunktion auf einen adaptierten Punkt, derart, daß sich ein Abstand zwischen dem vorbestimmten Punkt der Kennfunktion und dem Betriebspunkt verringert, und
- Adaptieren der Kennfunktion an den adaptierten Punkt und vorbestimmte Punkte der Kennfunktion, derart, daß die adaptierte Kennfunktion die ursprüngliche ersetzt.



DE 197 51 455 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer automatisierten Kupplung, insbesondere einer elektronisch gesteuerten Kupplung, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei aus einer vorbestimmten Kennfunktion zwischen einer Ansteuergröße einer Kupplungssteuerung und wenigstens einem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert eine zu einer Soll-Kupplungskapazität gehörende Ansteuergröße als Vorsteuerwert bestimmt, die Kupplungssteuerung mit dieser Ansteuergröße vorgesteuert wird und ein Regler die Ansteuergröße entsprechend einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Kupplungskapazität derart einregelt, daß sich die vorbestimmte Soll-Kupplungskapazität einstellt, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei der Regelung einer Kupplung derart, daß ein vorbestimmtes Drehmoment übertragen wird, erfolgt üblicherweise eine Überwachung des Kupplungsdruckes dahingehend, ob der vom Regler über die Ansteuergröße der Kupplungssteuerung eingestellte Wert für den Kupplungsdruck dem tatsächlichen Kupplungsdruck entspricht. Ist dies nicht der Fall, so ist eine Fehlfunktion erkannt und es können geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Der Erwartungswert für den tatsächliche Kupplungsdruck wird dabei herkömmlicherweise einer Kennlinie zwischen einem Steuerstrom für die Kupplungssteuerung und einem Kupplungsdruck entnommen.

Hierbei ergibt sich jedoch das Problem, daß die Kennlinien kupplungsindividuelle Funktionen sind und für jede einzelnen Kupplung nach dem Zusammenbau und ggf. nach der Integration beispielsweise in eine Kraftfahrzeug, separat bestimmt werden müssen. Ein weiteres Problem liegt darin, daß sich die Kennlinien aufgrund von Alterung im gesamten Kupplungssystem verschieben können. Besonders bei der Überwachung des Kupplungsdruckes kommt es hier zu Problemen, da eine erkannte Fehlfunktion der Kupplung möglicherweise tatsächlich keine Fehlfunktion ist, sondern lediglich durch eine nicht der momentanen Betriebssituation entsprechenden Kennlinie ein falscher Erwartungswert für den Kupplungsdruck vorgegeben ist. Zur Vermeidung derartiger Fehlauslösungen der Überwachungsfunktion müssen komplizierte und aufwendige Fehlerwertbehandlungen erfolgen.

Ferner hat die nicht optimale Kennlinie den Nachteil, daß Vorsteuerwerte nicht optimal gewählt werden und somit der Regler lange Zeitspannen und einen großen Bereich ausregeln muß, bis sich die Regelung eingeschwungen hat. Dies hat den Nachteil, daß die Regelung sehr Leistungsstark ausgelegt sein muß, um auch aus großen Abweichungen vom Sollwert noch in einen stabilen, eingeschwungenen Bereich regeln zu können und nicht in einen instabilen, schwingenden Bereich zu gelangen. Die langen Einschwingzeiten führen ferner zu einem unkomfortablen Fahrverhalten mit ggf. erhöhtem Kraftstoffverbrauch, da eine Fehlanpassung der Kupplung ggf. mit einer veränderten Drehmomentabgabe eines Antriebsmotors auszugleichen ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren der obengenannten Art zur Verfügung zu stellen, wobei die obengenannten Nachteile überwunden werden und eine betriebssichere und zuverlässige Kupplungsregelung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der o. g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Dazu sind erfindungsgemäß folgende Schritte vorgesehen:

(a) Bestimmen eines Betriebspunktes von Ansteuer-

größe und dem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert nach jedem Einschwingen des Reglers, (b) Verändern eines vorbestimmten Punktes der Kennfunktion auf einen adaptierten Punkt derart, daß sich ein Abstand zwischen dem vorbestimmten Punkt der Kennfunktion und dem Betriebspunkt verringert, und (c) Adaptieren der Kennfunktion an den adaptierten Punkt und vorbestimmte Punkte der Kennfunktion derart, daß die adaptierte Kennfunktion die ursprüngliche ersetzt.

Dies hat den Vorteil, daß eine noch bessere und feiner Regelung durch einen exakteren Vorsteuerwert realisiert ist, was zu geringerem Verschleiß und Verminderung von Betriebsstörungen führt. Ferner ist ein exakterer Erwartungswert für einen Kupplungsdruck bestimmbar, da während des Betriebes die Kennfunktion permanent adaptiert wird. Dies erübrigt besonders enge Fertigungstoleranzen für das Kupplungssystem und führt zu einer entsprechenden Kostenreduzierung, da diese Toleranzen von der erfindungsgemäßen Kennlinienadaptation ausgeglichen werden.

In einer vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sind ferner folgende zusätzliche Schritte vorgesehen:

(d) Bestimmen von Randwerten der adaptierten Kennfunktion bei vorbestimmten Ansteuergrößen oder bei vorbestimmten Referenzwerten der einer Kupplungskapazität entsprechenden Werte; und/oder  
(e) Abspeichern der Randwerte in einen Speicher.

Hierbei sind die vorbestimmten Ansteuergrößen eine minimale und eine maximale Ansteuergröße oder die vorbestimmten Referenzwerte ein minimaler und ein maximaler Wert von einer Kupplungskapazität entsprechenden Werten.

Einen minimalen Speicheraufwand zum sichern einer adaptierten Kennlinie erzielt man dadurch, daß bei einem Neustart der Regelung die Kennfunktion aus den Randwerten neu bestimmt wird. Dadurch müssen lediglich die Randwerte gespeichert werden und nicht die Punkte der adaptierten Kennfunktion selbst.

Zweckmäßigerweise wird die Kupplungskapazität aus dem Motordrehmoment und einer Drehzahldifferenz zwischen einer Antriebsseite und einer Abtriebsseite der Kupplung bestimmt.

In besonders bevorzugter Weise wird die Soll-Kupplungskapazität derart gewählt, daß ein vorbestimmtes Drehmoment, insbesondere Motordrehmoment, von der Kupplung übertragen wird.

Einen eingeschränkten Rechenaufwand zur Kennlinienadaptation erzielt man dadurch, daß die Ansteuergröße und/oder der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert und gegebenenfalls weitere Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, in Bereiche unterteilt wird, wobei jedem Bereich ein Bereichsschwerpunkt auf der Kennfunktion zugeordnet ist und der in Schritt (a) bestimmte Betriebspunkt demjenigen Bereichsschwerpunkt zugeordnet wird, in dessen Bereich der Betriebspunkt liegt.

Dabei ist zweckmäßigerweise der vorbestimmte Punkt der Kennfunktion in Schritt (b) der dem in Schritt (a) bestimmten Betriebspunkt zugeordnete Bereichsschwerpunkt.

Um zu vermeiden, daß bei der Adaption zwei an einer gemeinsamen Bereichsgrenze aufeinander zu liegen kommende Bereichsschwerpunkte eine Adaption der Kennfunktion unmöglich machen, sind drei, vier oder mehr Bereiche mit drei, vier oder mehr Bereichsschwerpunkten vorgesehen. Somit bleiben immer wenigstens zwei Bereichsschwerpunkte voneinander beabstandet und definieren als Kennfunktion wenigstens eine Gerade.

Dabei sind ferner zweckmäßigerweise die vorbestimmten Punkte der Kennfunktion von Schritt (c) die Bereichsschwerpunkte ohne den adaptierten Bereichsschwerpunkt.

Zum einsparen von Speicherplatz werden in besonders bevorzugter Weise bei einem Neustart der Regelung die Bereichsschwerpunkte aus der Kennfunktion als Punkte dieser in den jeweiligen Bereichen neu bestimmte. Dadurch ist eine separate Speicherung der Bereichsschwerpunkte entbehrlich.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird in Schritt (b) als Abstand ein Abstand bezüglich des der Kupplungskapazität entsprechenden Wertes und ein Abstand bezüglich der Ansteuergröße zwischen dem vorbestimmten Punkt der Kennfunktion und dem Betriebspunkt ermittelt und jeweils verringert. Dies entspricht beispielsweise einem Abszissen- und einem Ordinatenabstand.

Um kleine Adaptionsschritte zu erzielen, so daß kurzzeitige Extremsituation oder Ausreißer die Kennlinie nicht sofort verfälschen bzw. um ein schnelles Adaptieren der Kennlinie an einen tatsächliche Überhöhten Kupplungsdruck zu vermeiden, wird in besonders bevorzugter Weise der Betriebspunkt vor Schritt (b) einer digitalen Tiefpaßfilterung unterzogen. Diese entspricht beispielsweise einer Multiplikation des Abstandes von vorbestimmtem Punkt und Betriebspunkt mit einem vorbestimmten Wert zwischen null und eins.

Zweckmäßigerweise ist die Kennfunktion eine Gerade oder eine nichtlineare Funktion im zweidimensionalen Raum, eine Ebene oder gekrümmte Fläche im dreidimensionalen Raum oder eine Fläche im n-dimensionalen Raum. Dabei wird bevorzugt der zweidimensionale Raum von einer Ansteuergröße, einer Störgröße, also einer weiteren Größe, von der die Kupplungskapazität abhängt, und von einem der Kapazität der Kupplung entsprechenden Wert aufgespannt, der dreidimensionale Raum von einer Ansteuergröße und von zwei der Kapazität der Kupplung entsprechenden Werten aufgespannt und der n-dimensionale Raum von einer Ansteuergröße, n-2 Störgrößen und von einem der Kapazität der Kupplung entsprechenden Werten aufgespannt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kupplungssteuerung eine Hydraulik, die Ansteuergröße ein Strom I der Kupplungssteuerung und/oder der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert ein Kupplungsdruck p, wobei bevorzugt ein vorbestimmter minimaler Wert 0 bar und ein vorbestimmter maximaler Wert 10 bar ist. Der Kupplungsdruck p ist zusätzlich in vorteilhafter Weise in Bereiche unterteilt. Dabei umfaßt beispielsweise ein erster Bereich Kupplungsdrücke kleiner 3,0 bar, ein zweiter Bereich Kupplungsdrücke von  $3,0 \text{ bar} \leq p < 4,5 \text{ bar}$ , ein dritter Bereich Kupplungsdrücke von  $4,5 \leq p < 6,0 \text{ bar}$  und ein vierter Bereich Kupplungsdrücke von größer oder gleich 6,0 bar.

Einen einer Kupplungskapazität, d. h. einem übertragenen Moment, entsprechenden Wert leitet man beispielsweise auch aus einem Motormomentensignal (MMI-Signal) eines Motorsteuergerätes ab. Hierzu nutzt man den Umstand aus, daß in bestimmten Betriebsphasen ein von einem Antriebsmotor abgegebenes stationäres Moment übertragen wird, beispielsweise bei schlupfender Kupplung und konstanter Motordrehzahl und konstantem Schlupf.

Die Störgrößen umfassen bevorzugt zusätzlich einen Temperaturwert der Kupplung.

In besonders bevorzugter Weise erfolgt die Adaption der Kennfunktion in Schritt (c) mittels linearer Regression oder nach der Gaußschen Methode der kleinsten Quadrate.

Eine direkte Bestimmung einer Momentenübertragung durch die Kupplung aus einem Antriebsmoment erzielt man

dadurch, daß der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert ein Ausgangssignal, insbesondere ein Drucksignal, eines Momentensensors ist.

Eine Adaption eines vorbestimmten Bereiches schließt man dadurch aus, daß wenigstens ein vorbestimmter Punkt der Kennfunktion fixiert festgehalten wird. Dies hat den Vorteil, daß man in kritischen Bereichen, in denen man möglicherweise des tatsächlich übertragene Moment nicht exakt genug bestimmen kann, eine Fehladaptation verhindert.

Zweckmäßigerweise ist der vorbestimmte fixierte Punkt ein Bereichsschwerpunkt oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximaler oder minimaler Ansteuergröße oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximalem oder minimalem einer Kupplungskapazität entsprechendem Wert.

Eine Adaption von Bereichen der Kennfunktion, in denen man die tatsächliche Kupplungskapazität nicht ausreichend genau bestimmen kann, wird dadurch verhindert, daß für unterschiedliche Bereiche der Kennfunktion unterschiedliche Quellen für den einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert verwendet werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen. Diese zeigen in

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Regelung einer elektronisch angesteuerten Kupplung und

Fig. 2 eine graphische Veranschaulichung der erfindungsgemäßen Kennlinienadaptation.

Die in Fig. 1 beispielhaft dargestellte Kupplungsschlupf-Regelungseinheit umfaßt einen Regler 10, welcher aus dem Motordrehmoment und der Abweichung von Soll- und Ist-Schlupf ein Kupplungs-Stellmoment bestimmt, das in einem Funktionsblock 12 mit der Kennlinie 14 einen Ansteuerstrom I für eine Hydraulik 16 der Kupplung 18 bestimmt. Mit diesem Ansteuerstrom I wird die Hydraulik 16 gesteuert und die Kupplung 18 überträgt ein Drehmoment, da mittels der Hydraulik 16 eine bestimmte momentane Kupplungskapazität eingestellt wird. Unter Kupplungskapazität soll hierin ein momentan maximal von der Kupplung übertragbares Drehmoment verstanden werden. Der Istwert des Schlupfes der Kupplung wird über Verbindung 20 zurückgeführt und in Funktionsblock 22 mit einem Sollwert verglichen. Entsprechend dem Ergebnis dieses Vergleichs regelt der Regler 10 den Ansteuerstrom der Hydraulik 16 solange, bis sich die Regelung eingeschwungen hat und das gewünschte Drehmoment von der Kupplung übertragen wird.

Die Beschreibung der Erfindung erfolgt hier lediglich beispielhaft anhand einer Regelung, welche als einen einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert das Motordrehmoment und als Ansteuergröße für die Kupplungssteuerung 16 einen Ansteuerstrom I der Hydraulik 16 verwendet. Die Kennlinie 14 der Kupplung kann sich auch aus anderen Werten, wie beispielsweise dem Kupplungsdruck, einem Verfahrensweg eines Stellmotors und einem Druckwert eines Drehmomentsensors zusammensetzen. Darüber hinaus kann die Kennlinie 14 auch eine Fläche im drei- oder mehrdimensionalen Raum sein, wobei die zusätzlichen Dimensionen von zusätzlichen Werten, wie einem Temperaturwert, beispielsweise eines Getriebes erzeugt werden. Dieser Parameter beeinflusst nämlich den Zusammenhang zwischen der Kupplungskapazität und einer Ansteuergröße, wie beispielsweise dem Ansteuerstrom I.

Fig. 2 zeigt beispielhaft eine Kennlinie 14. Anhand dieser Fig. 2 soll nachfolgend das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert werden. Nach dem oben erwähnten Einschwingen der Regelung der Kupplung 18 wird ein Betriebspunkt im hier beispielhaft dargestellten, zweidimensionalen p-I-

Raum ermittelt, d. h. ein Wertepaar aus aktuellem Kupplungsdruck  $p$  und aktuellem Kupplungs-Sollstrom  $I$ . Statt des Sollstromes kann alternativ auch der Iststrom verwendet werden. Abhängig vom aktuellen Kupplungsdruckwert  $p$  wird der so bestimmte Betriebspunkt genau einem von 4 Bereichen zugeordnet. Die Bereichsgrenzen wurden hier beispielsweise wie folgt gewählt:

Bereich 1:  $p < 3.0$  bar  
 Bereich 2:  $3.0 \text{ bar} \leq p < 4.5$  bar  
 Bereich 3:  $4.5 \text{ bar} \leq p < 6.0$  bar  
 Bereich 4:  $6.0 \text{ bar} \leq p$

Für jeden Bereich ist ein Bereichsschwerpunkt **24**, **26**, **28** und **30** vorbestimmt. Der Bereichsschwerpunkt des Bereichs, in den ein aktueller Betriebspunkt fällt, wird ein Stück in Richtung auf den aktuellen Betriebspunkt verschoben und so ein adaptierter Bereichsschwerpunkt erzeugt. Dazu wird für jede der beiden Koordinaten eine digitale Tiefpaßfunktion mit derselben Zeitkonstanten ausgeführt. Die Parameter der Tiefpaßfilterung sind derart zu wählen, daß im Falle eines unzulässig hohen Drucks nicht so schnell adaptiert wird, daß die Kennlinie **14** vor Ansprechen einer Überwachungsfunktion auf den zu hohen Druck nachgeführt ist. Aus den 4 Bereichsschwerpunkten **24**, **26**, **28** und **30**, die nicht notwendigerweise genau auf einer Geraden liegen, wird dann mittels beispielsweise der Methode der kleinsten Quadrate beispielsweise eine Gerade als adaptierte Kennfunktion bzw. Kennlinie bestimmt, die den adaptierten Bereichsschwerpunkten **24**, **26**, **28** und **30** am nächsten liegt.

Die Gerade **14** stellt die gesuchte adaptierte Kennlinie **14** dar und ist gegeben durch 2 Punkte, nämlich einen Stromwert **32** bei einem festen Referenzdruck von 0 bar und einem Stromwert **34** bei einem festen Referenzdruck von 10 bar. Nur diese beiden Stromwerte **32** und **34** müssen zum Abspeichern der Kennlinie beispielsweise in ein EEPROM geschrieben werden, nicht jedoch alle Bereichsschwerpunkte **24**, **26**, **28** und **30**. Dies spart entsprechend Speicherplatz. Nach Aus- und erneutem Einschalten des Rechners können daraus Initialisierungswerte für die Bereichsschwerpunkte **24**, **26**, **28** und **30** berechnet werden.

In Fig. 2 sind mit **36**, **38**, **40** und **42** Bereiche bzw. Adaptionbereiche bezeichnet, in denen sich die jeweiligen Bereichsschwerpunkte durch Adaption verschieben und so zu einer Verschiebung der Geraden bzw. Kennlinie **14** führen. Entsprechend den verschiedenen adaptierten Kennlinien **14** gibt es jeweils eine Mehrzahl von minimalem und maximalen Stromwerten **32** und **34**.

Grundsätzlich kann für das erfindungsgemäße Verfahren entweder der Kupplungs-Soll- oder der Kupplungs-Iststrom verwendet werden. Die Verwendung des Sollstroms hat den Vorteil, daß die Plausibilität zwischen Soll- und Iststrom in eine Kupplungsdruck-Überwachung mit einbeziehbar ist.

Die Nachführung jeweils eines Bereichsschwerpunktes **24**, **26**, **28** und **30** erfordert wenig Rechenzeit und erfolgt bevorzugt mit etwa 100 Hz. Die Berechnung der Kennlinie **14** aus den Bereichsschwerpunkten **24**, **26**, **28** und **30** wird beispielsweise alle 0.1 bis 1.0 s durchgeführt. Die Berechnung läßt sich in mehrere Abschnitte zerlegen, die beispielsweise auf mehrere Abtastschritte verteilt werden können, um einen Rechner gleichmäßiger zu belasten.

Bei der Kennlinienadaption gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich die Adaption von Bereichsschwerpunkten im Bereich niedriger Werte eines einer Kupplungskapazität entsprechenden Wertes, also beispielsweise ein Bereich bei niedrigen Kupplungsdrücken  $p$ , dadurch verbessern, daß man statt des MMI-Signals ein Ausgangssignal eines Drehmomentensensors verwendet. Hierdurch werden

Fehler des MMI-Signals in diesen Bereichen ausgeschlossen und ein entsprechend e Fehler bei der Adaption der Kennfunktion **14** vermieden.

Gerade der Bereich niedriger Werte eines einer Kupplungskapazität entsprechenden Wertes, also beispielsweise ein Bereich bei niedrigen Kupplungsdrücken  $p$ , ist für eine komfortable Kupplungssteuerung bzw. -regelung sehr wichtig. So erfolgt beim Anfahren eine Kupplungsvorbefüllung, die einerseits schnell erfolgen muß, andererseits aber nicht zu stark erfolgen darf, da durch eine plötzliche und unerwünschte Momentenübertragung der Kupplung ein unkomfortabler Anfahrdruck entstehen würde. Ferner sind bei der Kupplungsansteuerung hochdynamische Phasen zu vermeiden. Eine Ansteuergröße für die Vorbefüllung und die Vorsteuerung der Kupplung wird direkt der Kennfunktion bzw. der Kennlinie **14** entnommen, so daß eine gut und fehlerfrei adaptierte Kennfunktion **14** in dem genannten Bereich mit einem Ausgangssignal eines Drehmomentensensors als einem einer Kupplungskapazität entsprechendem Wert dieses Problem zuverlässig beseitigt.

Der Momentensensor ist ein hydraulisches Bauteil, welches einen Anpreßdruck von Kegelscheiben eines Variators eines stufenlosen Getriebes (sogn. CVT-Getriebe) in Abhängigkeit eines zu übertragenen Momentes steuert. Das Ausgangssignal des Drehmomentensensors ist üblicherweise ein Druck, welcher sensiert bzw. gemessen wird und ein Maß für ein momentan tatsächlich übertragenes Drehmoment liefert. Unter Verwendung der Kupplungskennfunktion bzw. Kupplungskennlinie **14** stellt der Regler **10** ein Kupplungsmoment  $M_{\text{soll}}$  ein und das tatsächliche Istmoment  $M_{\text{ist}}$  wird mittels des Drehmomentensensors gemessen. Der so erhaltenen Betriebspunkt wird mit dem oben geschilderten erfindungsgemäßen Verfahren zur Adaption der Kennfunktion verwendet.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird ein vorbestimmter Punkt der Kennfunktion immer fixiert festgehalten, so daß in dem entsprechenden Bereich keine Adaption von Punkten der Kennfunktion **14** erfolgt. Der vorbestimmte Punkt ist beispielsweise ein Bereichsschwerpunkt **24**, **26**, **28**, **30** oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximaler oder minimaler Ansteuergröße oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximalem oder minimalem einer Kupplungskapazität entsprechendem Wert.

In einer andern bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden für unterschiedliche Bereiche der Kennfunktion **14** mit beispielsweise entsprechenden Bereichsschwerpunkten **24**, **26**, **28** und **30** unterschiedliche Quellen für den einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert verwendet. Beispielsweise werden für die Adaption von Punkten der Kennlinie bzw. zur Bestimmung von Betriebspunkten in Bereichen niedriger Ansteuergrößen das Ausgangssignal des Drehmomentensensors und für die Adaption von Punkten der Kennlinie in Bereichen hoher Ansteuergrößen das MMI-Signal verwendet oder umgekehrt.

#### Bezugszeichenliste

**10** Regler  
**12** Funktionsblock  
**14** Kennlinie  
**16** Hydraulik  
**18** Kupplung  
**20** Verbindung  
**22** Funktionsblock  
**24** Bereichsschwerpunkt  
**26** Bereichsschwerpunkt  
**28** Bereichsschwerpunkt  
**30** Bereichsschwerpunkt

32 min. Stromwert  
 34 max. Stromwert  
 36 Adaptionbereich  
 38 Adaptionbereich  
 40 Adaptionbereich  
 42 Adaptionbereich  
 I Ansteuerstrom  
 p Kupplungsdruck

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln einer automatisierten Kupplung, insbesondere einer elektronisch gesteuerten Kupplung, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei aus einer vorbestimmten Kennfunktion zwischen einer Ansteuergröße einer Kupplungssteuerung und einem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert eine zu einer Soll-Kupplungskapazität gehörende Ansteuergröße als Vorsteuerwert bestimmt, die Kupplungssteuerung mit dieser Ansteuergröße vorgesteuert wird und ein Regler die Ansteuergröße entsprechend einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Kupplungskapazität derart einregelt, daß sich die vorbestimmte Soll-Kupplungskapazität einstellt, **gekennzeichnet durch folgende Schritte**,
  - (a) Bestimmen eines Betriebspunktes von Ansteuergröße und dem einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert und keiner, einer oder mehreren weiteren Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, einmal nach jedem Einschwingen des Reglers oder wiederholend nach vorbestimmten Zeiten,
  - (b) Verändern eines vorbestimmten Punktes der Kennfunktion auf einen adaptierten Punkt derart, daß sich ein Abstand zwischen dem vorbestimmten Punkt der Kennfunktion und dem Betriebspunkt verringert, und
  - (c) Adaptieren der Kennfunktion an den adaptierten Punkt und vorbestimmte Punkte der Kennfunktion derart, daß die adaptierte Kennfunktion die ursprüngliche ersetzt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Schritt,
  - (d) Bestimmen von Randwerten der adaptierten Kennfunktion bei vorbestimmten Ansteuergrößen oder bei vorbestimmten Referenzwerten der einer Kupplungskapazität entsprechenden Werte.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Ansteuergrößen eine minimale und eine maximale Ansteuergröße oder die vorbestimmten Referenzwerte ein minimaler und ein maximaler Wert von einer Kupplungskapazität entsprechenden Werten sind.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch folgenden zusätzlichen Schritt,
  - (e) Abspeichern der Randwerte in einen Speicher.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Neustart der Regelung die Kennfunktion aus den Randwerten neu bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abweichung von Soll- und Ist-Kupplungskapazität aus einer Drehzahldifferenz zwischen einer Antriebsseite und einer Abtriebsseite der Kupplung bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Kupplungskapazität derart gewählt wird, daß ein vorbestimmtes

Drehmoment, insbesondere Motordrehmoment, von der Kupplung übertragen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuergröße und/oder der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert und gegebenenfalls weitere Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, in Bereiche unterteilt wird, wobei jedem Bereich ein Bereichsschwerpunkt auf der Kennfunktion zugeordnet ist und der in Schritt (a) bestimmte Betriebspunkt demjenigen Bereichsschwerpunkt zugeordnet wird, in dessen Bereich der Betriebspunkt liegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Punkt der Kennfunktion in Schritt (b) der dem in Schritt (a) bestimmten Betriebspunkt zugeordnete Bereichsschwerpunkt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß drei, vier oder mehr Bereiche mit drei, vier oder mehr Bereichsschwerpunkten vorgesehen sind.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Punkte der Kennfunktion von Schritt (c) die Bereichsschwerpunkte ohne den gerade adaptierten Bereichsschwerpunkt sind.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Neustart der Regelung die Bereichsschwerpunkte aus der Kennfunktion als Punkte dieser in den jeweiligen Bereichen neu bestimmt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt (b) als Abstand ein Abstand bezüglich des der Kupplungskapazität entsprechenden wenigstens einen Wertes und ein Abstand bezüglich der Ansteuergröße und gegebenenfalls Abstände bezüglich weiterer Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, zwischen dem vorbestimmten Punkt der Kennfunktion und dem Betriebspunkt ermittelt und jeweils verringert wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebspunkt vor Schritt (b) einer digitalen Tiefpaßfilterung unterzogen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefpaßfilterung einer Multiplikation des Abstandes von vorbestimmtem Punkt und Betriebspunkt mit einem vorbestimmten Wert zwischen null und eins entspricht.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennfunktion eine Gerade oder eine nichtlineare Funktion im zweidimensionalen Raum, eine Ebene oder gekrümmte Fläche im dreidimensionalen Raum oder eine Fläche im n-dimensionalen Raum ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der zweidimensionale Raum von einer Ansteuergröße und von einem der Kapazität der Kupplung entsprechenden Wert aufgespannt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der dreidimensionale Raum von einer Ansteuergröße und von einem der Kapazität der Kupplung entsprechenden Wert und einer weiteren Größe, von der die Kupplungskapazität abhängt, z. B. der Temperatur, aufgespannt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der n-dimensionale Raum von einer Ansteuergröße und von einem der Kapazität der Kupplung entsprechenden Wert und n-2 weiteren Größen, von de-

nen die Kupplungskapazität abhängt, aufgespannt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungssteuerung eine Hydraulik ist.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuergröße ein Strom  $I$  der Kupplungssteuerung ist.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert ein Kupplungsdruck  $p$  ist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß ein vorbestimmter minimaler Wert 0 bar und ein vorbestimmter maximaler Wert 10 bar ist.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Kupplungsdruck  $p$  in Bereiche unterteilt ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Bereich Kupplungsdrücke kleiner 3,0 bar, ein zweiter Bereich Kupplungsdrücke von 3,0 bar  $\leq p < 4,5$  bar, ein dritter Bereich Kupplungsdrücke von 4,5  $\leq p < 6,0$  bar und ein vierter Bereich Kupplungsdrücke von größer oder gleich 6,0 bar umfaßt.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einer Kupplungskapazität entsprechenden Werte zusätzlich einen Wert umfassen, welcher einer Druckänderung in der Kupplung über der Zeit entspricht.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Größen, von denen die Kupplungskapazität abhängt, einen Temperaturwert umfassen.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einer Kupplungskapazität entsprechenden Werte zusätzlich einen Alterungswert der Kupplung umfassen.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adaption in Schritt (c) mittels linearer Regression oder nach der Gaußschen Methode der kleinsten Quadrate erfolgt.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert ein Ausgangssignal, insbesondere ein Drucksignal, eines Momentensensors ist.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein vorbestimmter Punkt der Kennfunktion fixiert festgehalten wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte fixierte Punkt ein Bereichsschwerpunkt oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximaler oder minimaler Ansteuergröße oder ein Punkt der Kennfunktion bei maximalem oder minimalem einer Kupplungskapazität entsprechendem Wert ist.

33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für unterschiedliche Bereiche der Kennfunktion unterschiedliche Quellen für den einer Kupplungskapazität entsprechenden Wert verwendet werden.

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der einer Kupplungskapazität entsprechende Wert aus einem Motordrehmomentenwert, bei an der Grenze zwischen Haft- und Schlupf oder bei geringem Schlupf betriebe-

ner Kupplung, bestimmt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

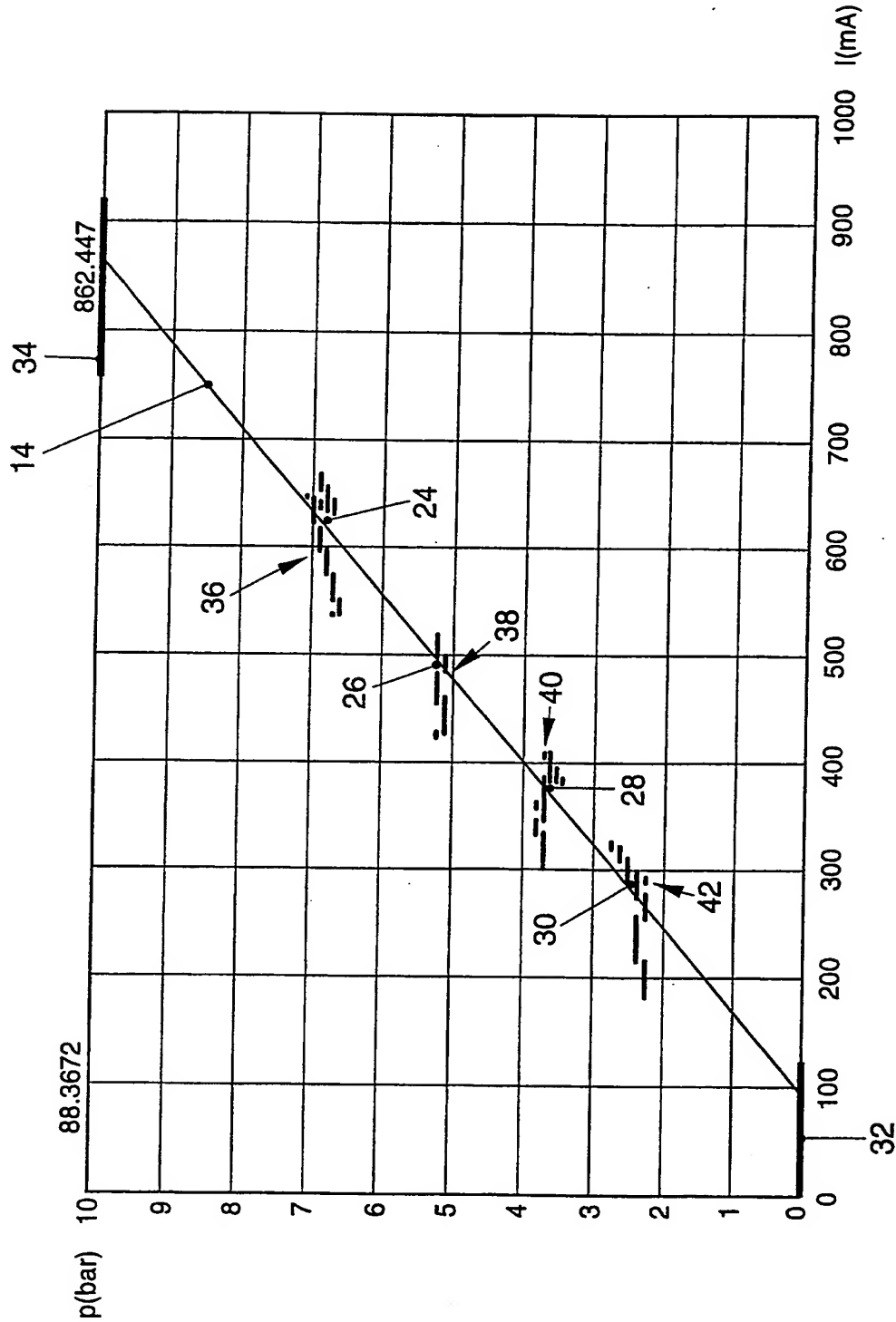


FIG. 2

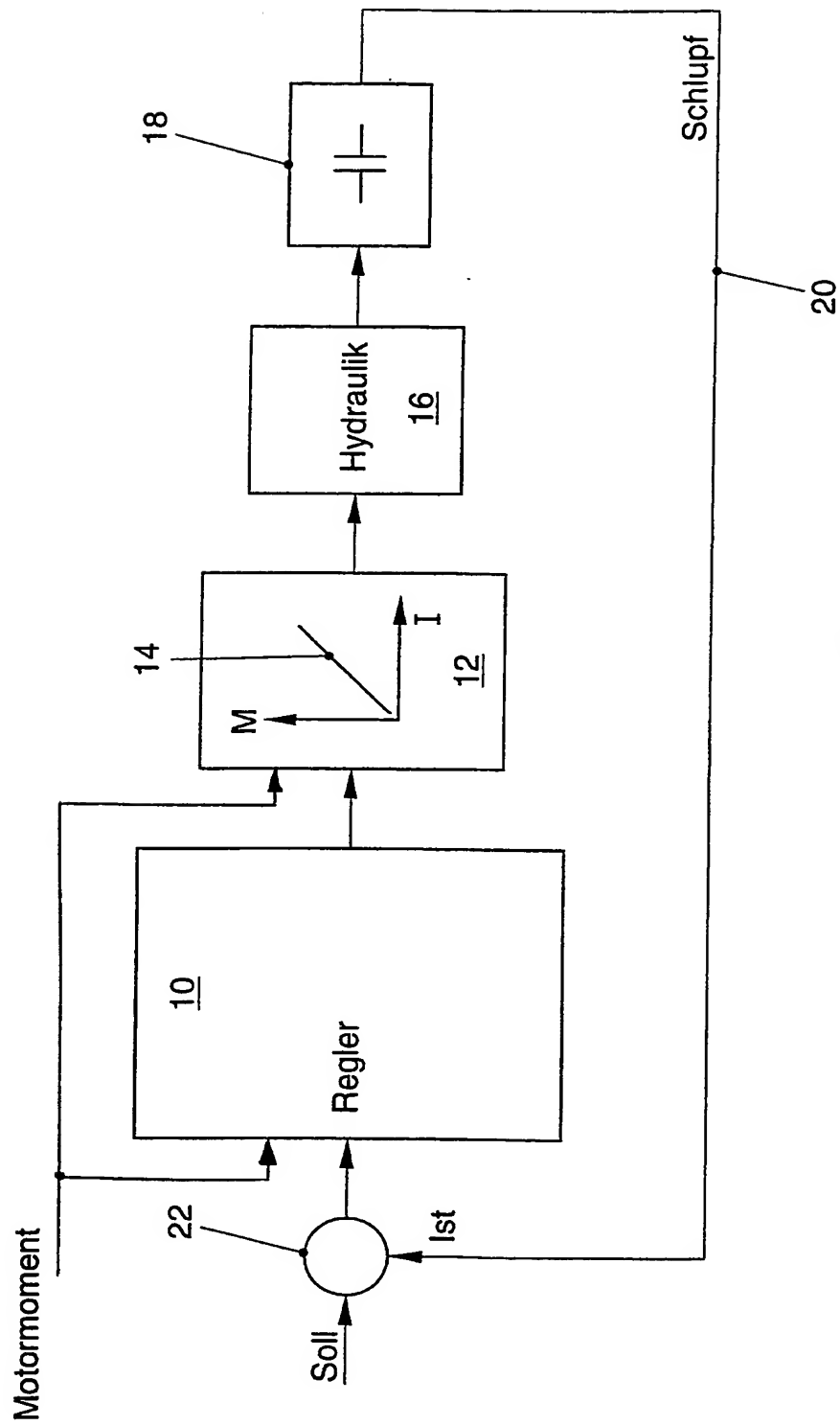


FIG. 1